

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw.201311046

张承瑶 薛进军 侯延杰 等. 龙眼嫁接更新品种模式研究初报[J]. 广西植物 2015, 35(2): 221–226

Zhang CY, Xue JJ, Hou YJ *et al.* Preliminary study on changed variety by grafting method to longan[J]. *Guihaia* 2015, 35(2): 221–226

## 龙眼嫁接更新品种模式研究初报

张承瑶<sup>1</sup>, 薛进军<sup>1\*</sup>, 侯延杰<sup>1</sup>, 徐炯志<sup>1</sup>, 龚弘娟<sup>1,2</sup>, 方中斌<sup>1</sup>, 吕鸣群<sup>1</sup>(1. 广西大学农学院, 南宁 530005; 2. 广西壮族自治区广西植物研究所, 广西 桂林 541006)  
中国科学院

**摘要:** 通过3种不同的嫁接方式(T1. 大枝锯口嫁接; T2. 短截后嫁接; T3. 重回缩后在新梢上嫁接)将‘石硖’龙眼品种更新为晚熟、果大的‘良庆1号’品种, 并探索嫁接成活率高、新品种产量恢复快的嫁接模式。结果表明: 接口粗度(直径)0.5~1.5 cm(T2)的‘良庆1号’嫁接在‘石硖’龙眼1~2年生枝上, 接穗数量多、成活率高、成活接穗数显著高于T1和T3处理。T1、T2、T3的单株平均成活率依次为27.27%、63.10%、72.73%, 单株平均成活接穗数分别为3、45、8个。2012年9月份于嫁接当天测量3个处理的冠径, 依次为165.7、358.3、154.3 cm, 树高依次为138.7、206.7、163.0 cm, 3个月后的冠径依次为181.3、370、168.3 cm, 树高依次为169.7、223.3、173.3 cm; 2013年春季测定不同处理平均单株花穗数依次为0、40、2个; 三个处理的根系垂直分布主要集中在0~60 cm, T2的根数显著高于T1和T3, 在距离树干50 cm处土壤深度为0~60 cm范围内的根数依次为37、72、18条, T2的根系水平分布比T1和T3广, 主要集中在距离树干0~100 cm的范围内; T2的光化学猝灭系数最高, 光合活性强, 且显著高于T1。以上结果说明T2的综合效果显著优于T1和T3。

关键词: 龙眼; 嫁接方式; 更新品种

中图分类号: Q949.9; S667.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)02-0221-06

## Preliminary study on changed variety by grafting method to longan

ZHANG Cheng-Yao<sup>1</sup>, XUE Jin-Jun<sup>1\*</sup>, HOU Yan-Jie<sup>1</sup>, XU Jiong-Zhi<sup>1</sup>,  
GONG Hong-Juan<sup>1,2</sup>, FANG Zhong-Bin<sup>1</sup>, Lü Ming-Qun<sup>1</sup>(1. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. Guangxi Institute of Botany  
Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China)

**Abstract:** The variety of Shixia longan was changed to cv Liangqing No. 1 which mature late, big fruit and high price of market by three different grafting methods. The study was carried out to exploring the grafting method of high survival rate and the yield quickly recovery. The results showed that the survive rate, the scion number of survival grafted on stock (diameter 0.5–1.5 cm, treatment two or T2) were much higher than grafted on heavy (diameter 5–10 cm, treatment one or T1) and grafted on autumn scion sprouting from heavy cut stock (treatment three or T3). The survival rate of the three treatments was 27.27%, 63.10% and 72.73%, and the survival quantity of scion of per tree was 3, 45 and 8. In September of 2012, the crown diameter of the Shixia longan three treatments was 165.7, 358.3 and 154.3 cm before grafted, the height was 138.7, 206.7, 163.0 cm, respectively. Three month later, the crown diameter of three treatments was 181.3, 370, 168.3 cm, the height was 169.7, 223.3, 173.3 cm, respectively. The number of inflorescence per tree of T1, T2 and T3 was 0, 40, 2, respectively in the spring of 2013. The water potential of the Summer twig of T2 was lower than

收稿日期: 2014-05-18 修回日期: 2014-07-20

基金项目: 国家(荔枝龙眼)产业技术体系项目(CARS-33-09); 广西科技成果转化项目(桂科转1123013-20)。

作者简介: 张承瑶(1989-), 女, 江西萍乡市人, 硕士, 主要从事果树栽培研究, (E-mail) yaoyao1332@126.com。

\*通讯作者: 薛进军, 教授, 从事果树栽培和果树营养研究, (E-mail) xuejinjun@163.com。

T1 and T3  $\mu$  they were  $-0.48$  MPa  $-0.77$  MPa  $-0.50$  MPa. The root depth of the vertical distribution of three treatments was mainly between 0 cm to 60 cm, the quantity of root of T2 was much more than T1 and T3, The root quantity of the depth between 0 cm to 60 cm and 50 cm far from the trunk was 37.72 and 18.  $\mu$  the horizontal distribution of the root of T2 was wider than T1 and T3, mainly between 0 cm to 100 cm, T1. The photochemical quenching coefficient of T2 was the highest, the photosynthetic activity was strong, and it was significantly higher than T1. In conclusion, the integrated effects of the top working graft treatment was significantly better than the two treatments of heavy cutting-back.

**Key words:** longan; grafting mode; changed variety

目前龙眼 (*Dimocarpus longan*) 主栽品种‘石硖’、‘储良’、‘大乌圆’等果实成熟期集中在 8 月。由于集中上市导致价格低、卖果难的年份时有发生, 严重影响了果农生产龙眼的积极性 (罗军等, 2012)。龙眼单产低、品种结构不尽合理、果园设施不完整、抗灾害能力弱、加工以及贮藏运销能力相对薄弱 (王海华, 2003) 等问题的存在, 都需要加快龙眼更新品种, 延长龙眼市场供应期, 改善龙眼果品质量。‘良庆 1 号’龙眼品种是从广西邕宁县良庆镇坛泽村坛兴坡龙眼果园发现的实生优良单株, 2008 年通过广西农业厅品种审定。该品种的显著优点是单果体积大、产量高、成熟晚 (粟继军等, 2008)。平均单果重 13.0 g、平均单穗重 350 ~ 752 g, 可溶性固形物含量 19.56%, 9 月中旬成熟, 1999 - 2003 年连续测产, 单株产量在 30 ~ 50 kg。因此, 适量扩大良庆 1 号栽培面积有利于提高果农收入和市场供给。

果树更新品种比较多的方式是通过嫁接 (Huang *et al.*, 2005; Serdar *et al.*, 2005; Schwarz *et al.*, 2010; Biles *et al.*, 1989), 目前龙眼嫁接更新品种主要采取重回缩后嫁接到一级大分枝上后直接在大枝上进行嫁接, 或重回缩后待新梢长到一定长度、粗度时在新梢上嫁接 (孙珍良等, 2012; 张培桓等, 2005; 林东辉等, 2006), 重回缩嫁接后 2 ~ 3 a 基本无产量, 严重挫伤了果农嫁接更新品种的积极性, 且直接在大枝上嫁接成活率比较低。因此, 探索龙眼嫁接成活率高, 嫁接后新品种产量恢复快的嫁接新模式具有重要意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

2012 - 2013 年, 在广西大学农学院果树标本园进行试验, 供试品种石硖于 1989 年定植, 株行距 3 m  $\times$  5 m, 土壤为粘性赤红壤土, pH 值为 4.45 ~

5.02, 管理水平一般。更新品种为‘良庆 1 号’, 接穗取自邕宁县良庆镇坛泽村韦寿长龙眼园, 剪取结果母枝中上部生长健壮、腋芽饱满、无病虫害的 1 ~ 2 年生枝条, 当天取回即行嫁接。

### 1.2 方法

1.2.1 材料处理 (1) 重回缩到接口处粗度 (直径) 5 ~ 10 cm 的大枝上, 留个别把水枝, 在大枝锯口嫁接 (图 1:T1); (2) 先进行整形修剪, 将原来的圆头形树冠改为开心形树冠。对留下的 1 ~ 2 生枝进行短截后嫁接, 砧木接口粗度 0.5 ~ 1.5 cm (图 1:T2); (3) 重回缩到一级分枝上, 促使抽生新梢, 于 2012 年 9 月 15 日在新梢上进行嫁接 (图 1:T3)。嫁接方法为切接, 接穗含 3 ~ 4 个芽, 单株小区, 重复 3 次, 并记录所有处理的平均单株嫁接数。

1.2.2 测量与统计 (1) 嫁接时测定不同处理的树高和冠径 (树冠东西直径、南北直径的平均值), 嫁接确认成活后统计嫁接成活率; (2) 待接穗生长停止后再次测树高和冠径, 并测量接穗与砧木的直径 (粗度), 算出穗砧比; (3) 测定不同处理‘良庆 1 号’结果母枝长度; (4) 标记新梢叶片叶龄, 并用日产 Model3115 的水势仪测量春梢和夏梢的水势; (5) 当花穗明显时, 记录花穗数; (6) 用根钻测定根系生长状况, 东南西北 4 个方向, 每个方向分别距离树干 50、100、150 cm 凿洞, 深度每 20 cm 取一次根样及土样, 直至没有根系; (7) 标记同一叶龄叶片, 每株树东南西北 4 个方向 4 片叶, 每个处理 3 株树, 即一个处理标记 12 片叶, 用日产便携式叶绿素荧光仪 PM-2000 测量各处理夏梢叶绿素荧光参数。

1.2.3 嫁接后管理 嫁接后对所有嫁接株及时抹除砧木萌生的不定芽, 对嫁接成活后长出的新梢进行绑缚, 长出一定数量的新梢时喷农药防止虫害, 并对嫁接树进行水肥药一体化输液。

1.2.4 统计学分析 不同处理平均数之间的差异用邓肯氏新复极差多重比较进行显著性测定。



图 1 不同嫁接方法 T1. 大枝锯口嫁接; T2. 短截后嫁接; T3. 重回缩后在新梢上嫁接。

Fig. 1 Different grafting ways T1. Grafted on heave, which the diameter was 5–10 cm; T2. Grafted on the treatment of stock of diameter 0.5–1.5 cm branches 1–2 years; T3. Grafted on autumn scion sprouting from heavy cut stock.

## 2 结果与分析

### 2.1 不同嫁接方式嫁接成活率、穗砧比、花穗数的影响

从表 1 可以看出, T2 平均单株接穗数量为 72 个, 显著高于 T2、T3 的 11 个接穗, 由于嫁接部位的砧木粗度显著小于 T1, 成活率显著高于 T1, 分别是 63.10% 和 27.27%。嫁接成活率以 T3 处理最高, 为 72.73%。这是由于 T3 砧木是重回缩后当年抽生的新梢, 不仅嫁接接口粗度合适, 而且正值旺盛生长期。嫁接成活后接穗和砧木的粗度比能体现出接穗和砧木的愈合程度。从表 2 可以看出, 嫁接时接穗与砧木粗细的差异直接影响嫁接成活后的穗砧比, T1 处理嫁接时接穗和砧木粗细差距大, 愈合后穗砧比最小, 仅 0.2, 砧木的接口没有完全愈合。T2 和 T3 穗砧比分别为 0.95 和 1.0, 愈合情况良好。当花穗明显时调查, T2 平均每株有 40 个花穗, 显著高于 T1、T3。分析这是由于高接在小枝上, 接穗成活后生长中庸, 容易形成花芽, T1 接穗营养生长旺盛, 没有足够的营养形成花芽; T3 由于到 9 月份才嫁接, 接穗营养不够也难以形成花芽。高接每株接穗数多, 是由于嫁接在小枝上, 嫁接速度显著高于嫁接在大枝上的 T1, 据统计, 同一个嫁接工人, 完成一个大枝嫁接所需的时间, 可以嫁接 20 个小枝。

### 2.2 接穗生长长度的调查

嫁接成活后接穗生长情况直接影响花芽的形成, 从而影响翌年产量。从表 2 可以看出, T2 接穗生长长度 20~40 cm 最多, 平均每株达 36 个, 占成活接穗总数的 80%, 这个长度范围的新梢最容易成为结果母枝。T2 的 5~20 cm 长接穗含 6 个, 占成

表 1 不同处理对嫁接成活率、穗砧比、花穗数的影响

Table 1 Influence of three different treatments on the survive rate and the ratio of scion and stock and the number of inflorescence

处理 Treatment	单株 嫁接数 No. of grafting (个)	单株嫁接 成活数 No. of survive (个)	成活率 Survive rate (%)	穗砧比 Ratio of scion and stock	花穗数 No. of inflorescence (个)
T1	11b	3c	27.27c	0.2b	0c
T2	72a	45a	63.10b	0.95a	40a
T3	11b	8b	72.73a	1a	2b

表 2 不同处理对接穗生长长度的影响

Table 2 Influence of three different treatments on the growth of scion

处理 Treatment	长度 Length <5 (cm)	长度 Length 5~20 (cm)	长度 Length 20~40 (cm)	长度 Length >40 (cm)
T1	0b	0c	0c	3b
T2	2a	6a	36a	1a
T3	3b	4b	1b	0c

活总数的 13.33%, 这个长度范围的新梢也可以形成花芽; 长度小于 5 cm 和大于 40 cm 的分别为 2 个和 1 个, 难以成为结果母枝; T1 成活的 3 个接穗长度都大于 40 cm, 这是由于重回缩后严重破坏了地上下部平衡关系, 新梢徒长, 难以形成花芽。T3 由于生长时间短, 接穗生长整体偏弱。

### 2.3 树高和树冠的生长情况

在完成 T3 嫁接及 T1、T2 补接前测定 3 个处理的树高以及冠径, 通过整形修剪的 T2, 树高和冠径显著高于 T1 和 T3, T1、T2、T3 的树高依次为 138.7、206.7、163 cm, T3 由于重回缩长出了一段新梢, 高度高于 T1。T2 的冠径显著高于 T1 和 T3, T1、T2、T3 的冠径分别为 165.7、358.3、154.3 cm。

T2 通过一个生长季的生长,树高由嫁接时的 206.7 cm 增至 223.3 cm,增加了 16.6 cm,冠径由 358.3 cm 增至 370 cm,增加了 11.7 cm。T1 树高和冠径分别增加了 31 cm 和 15.6 cm;T3 分别增加了 10.3 cm 和 14 cm。树高以 T1 处理增加最多,说明营养生长最旺,T3 增加最少,说明营养生长最弱,T2 居中;冠径以 T1 增加最多,说明 T1 的主枝延长枝向外扩展快。由于 T2 的树高和冠径最大,为接穗成活后结果奠定了基础。

表 3 不同处理对树高和树冠生长的影响  
Table 3 Influence of three different treatments in the height and the crown of the tree

处理 Treatment	9 月份树高 Height of the tree in Sept. (cm)	9 月份冠径 Crown of the tree in Sept. (cm)	12 月份树高 Height of the tree in Dec. (cm)	12 月份冠径 Crown of the tree in Dec. (cm)
T1	138.7c	165.7b	169.7b	181.3b
T2	206.7a	358.3a	223.3a	370.0a
T3	163.0b	154.3b	173.3b	168.3b

## 2.4 不同嫁接方式对树体根系影响

不同嫁接方式对原有树冠破坏的程度不同,必将对根系产生较大影响,而根系是树体最重要的营养器官,与果树产量密切相关。

在距离树干 50 cm 处,重回缩后立即嫁接的处理根数主要分布在 0~20 cm 和 80~100 cm 土层,分别为 25 条根、19 条根,根鲜重主要分布在 80~100 cm 土层,为 2.78 g;短截后在小枝上嫁接的处理根数主要分布在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层,分别为 41 条根、21 条根,根的鲜重主要分布在 0~20 cm、40~60 cm 土层,分别为 4.42、11.02 g;重回缩后在长出的新梢上嫁接的处理根系主要分布在 60~80 cm 和 80~100 cm 土层,分别为 9 条根、11 条根,根的鲜重主要分布在 40~60 cm 土层,为 11.38 g。

在距离树主干 100 cm 处,重回缩后立即嫁接的处理根数主要分布在 60~80 cm 土层,为 11 条根,根鲜重主要分布在 40~60 cm 土层,为 0.94 g;短截后在小枝上嫁接的处理根数主要分布在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层,分别为 65 条根、28 条根,根的鲜重主要分布在 0~20 cm、20~40 cm、60~80 cm 土层,分别为 4.44、1.78、1.96 g;重回缩后在长出的新梢上嫁接的处理根系主要分布在 0~20 cm 和 40~60 cm 土层,分别为 16 条根、13 条根,根的鲜重主

要分布在 0~20 cm 和 40~60 cm 土层,分别为 2.48、2.66 g。

在距离树主干 150 cm 处,重回缩后立即嫁接的处理基本无根;短截后在小枝上嫁接的处理的根主要分布在 0~20 cm 和 60~80 cm 土层,分别为 10 条、33 条,根鲜重主要分布在 0~20 cm、60~80 cm 土层,分别为 1.17、1.64 g;重回缩后在长出的新梢上嫁接的处理根系在 40 cm 以下基本无根,在 0~20 cm 和 20~40 cm 土层中,根数分别为 5 条、7 条,根鲜重分别为 0.94、0.92 g。

整体观察,三个处理的根系主要集中在 0~60 cm,短截后在小枝上嫁接的处理其根数显著高于重回缩后立即嫁接的处理以及重回缩后在长出的新梢上嫁接的处理。

综上所述,短截后在小枝上嫁接的处理其根系数量较多,根鲜重偏上,其营养吸收状况较佳。

## 2.5 不同处理春梢和夏梢水势状况

如图 3 所示,短截后在小枝上嫁接的处理(T2)其水势较重回缩后立即嫁接的处理(T2)以及重回缩后在新梢上嫁接的处理(T3)低,短截对树势造成的影响相对重回缩较小,龙眼树分支多,一至两年新梢受蒸腾拉力影响较小,水势较低;而 T2、T3 重回缩后,树冠小,蒸腾拉力较未重回缩树大,水势水平未见较大变化。

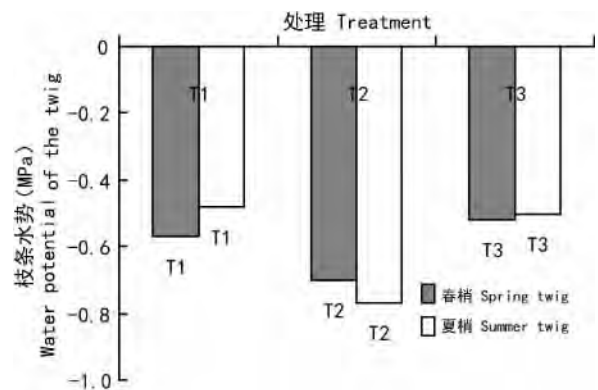


图 2 不同处理对春梢和夏梢水势的影响  
Fig. 2 Influence of three different treatments on the water potential of the Spring twig and the Summer twig

## 2.6 不同处理的叶绿素荧光参数比较

由表 4 可知,重回缩后立即嫁接(T1)的初始荧光显著高于短截后嫁接的处理(T2)以及重回缩后在新梢上嫁接的处理(T3),T3 的 PS II 最大光能转

表 4 不同处理对根数和根重的影响  
Table 4 Influence of three different treatments on the weight and quantity of the root

指标 Index	处理 Treatment	0~20 cm			20~40 cm			40~60 cm			60~80 cm			80~100 cm		
		50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150	50	100	150
根数(条) Quantity of the root	T1	25	7	0	7	5	0	5	6	0	11	11	0	19	3	0
	T2	41	65	10	21	28	5	10	12	3	6	10	33	4	2	0
	T3	6	16	5	5	5	7	7	13	0	9	2	0	11	7	0
根鲜重(g) Weight of the root	T1	0.38	0.13	0	0.43	0.05	0	0.78	0.94	0	0.31	0.49	0	2.78	0.29	0
	T2	4.42	4.44	1.17	1.38	1.78	0.06	11.02	1.41	0.36	0.35	1.96	1.64	0.03	0.05	0
	T3	0.46	2.48	0.94	1.21	1.98	0.92	11.38	2.66	0	3.06	0.12	0	1.04	0.14	0

注: 表格中 50、100、150 表示距离树主干的距离(cm)。

Note: 50, 100 and 150 mean the distances for from the trunk.

表 5 不同处理对叶绿素荧光参数的影响  
Table 5 Influence of three different treatments on leaf chlorophyll fluorescence parameters

处理 Treatment	Fo	Fm	Fv/Fm	ETR	Y(II)	qP	qN	qL	NPQ
T1	414.0a	2200.2b	0.803a	32.7a	0.280a	0.537b	0.774a	0.364b	2.065a
T2	389.4b	2215.0b	0.813a	34.3a	0.286a	0.622a	0.792a	0.468a	2.151a
T3	392.5b	2308.7a	0.822a	36.2a	0.303a	0.590a	0.745a	0.415b	1.916a

注: Fo, 初始荧光; Fv, 可变荧光; Fm, 最大荧光; Fv/Fm, PS II 最大光能转换效率; qP, 光化学猝灭系数; qN, 非光化学猝灭系数; NPQ: 非光化学猝灭系数; ETR: 电子传递速率; Y(II): PS II 光量子效率。

Note: Fo, Initial fluorescence; Fv, Variable fluorescence; Fm, Maximal fluorescence; Fv/Fm, Potential efficiency of primary conversion of light energy of PS II; qP, Photochemical quenching coefficient; qN, non-photochemical quenching; NPQ, Non-photochemical quenching coefficient; ETR, Electronic time recorder; Y(II), PS II actual photochemical efficiency.

换效率(Fv/Fm)高于另外两个处理,重回缩后龙眼树上部分和地下部分生理作用水平不均衡,根系不变,而地上部分体积显著减小,地上部分营养供给过量,营养生长较重回缩前旺盛,枝条徒长快,植物叶片不需平时光合作用量也能维持其生长,从而光能转化效率减慢,光合作用弱;T2的光化学猝灭系数最高,光合活性强,高于T1,T3的电子传递速率最高,存在显著差异。

### 3 讨论

#### 3.1 不同嫁接模式对龙眼嫁接成活率、接穗生长长度以及树高和冠径的影响

本研究结果表明,嫁接在新梢上的处理成活率显著高于老枝,砧木接口粗度与嫁接成活率有很大关系,接口越粗,成活率越低,愈合越难,这与刘振怀(2013)、钟功亮等(2006)、姚汀江等(2006)分别在桃树和龙眼树上的试验结果一致;短截后嫁接的处理2的大部分接穗生长长度范围有利于第二年成为结果母枝,而重回缩后嫁接的处理1以及重回缩后在新梢上嫁接的处理3,由于重回缩后枝条承载营养需求过多,其接穗的营养生长和生殖生长不协调,营养生长过旺,易生徒长枝(卢永锋,2003),不利于

来年花芽分化、开花以及结果,这与郑金水等(2009)、愈开堂(1994)的研究结果一致。

#### 3.2 不同嫁接模式对水势和根部的影响

试验结果表明:通过嫁接后春梢和夏梢龙眼水势的比较,发现T2的水势显著低于T1和T3,水势的高低可能与嫁接后枝条营养生长状况有关;根是植物吸收营养矿质元素的重要途径,植物的水分和养分的供给状况是由植物根系的分布特征决定(Hamblin *et al.*, 1987; 李亚兵等, 1999; 李鹏等, 2002; Mengel *et al.*, 1985),本试验分析在距离树干位置和土层深度相同的情况下,短截后嫁接的处理2根数多于重回缩后立即嫁接的处理1和重回缩后在新梢上嫁接的处理3,根系吸收营养物质,有利于龙眼嫁接后水分和养分的供给。

#### 3.3 不同嫁接模式对叶绿素荧光参数的影响

正常情况下,植物叶片叶绿素吸收的光能主要消耗途径为光合电子传递、叶绿素荧光发射和热耗散3种途径,光合作用和热耗散的变化会引起荧光的相应变化(Rohacek, 2002)。因此,可通过对荧光的观测来探究植物光合作用和热耗散的情况。研究发现,处理2的光化学猝灭系数最高,高于处理1;处理3的电子传递速率最高,存在显著差异;其它参数无显著差异。光化学猝灭系数代表的是PS II天

线色素吸收的光能用于光化学反应的部分,短截后嫁接的处理光化学反应较强(李馨园等 2011)。

## 4 结论

T2 处理结合了郁闭树的改造,嫁接成活率高且树冠易于恢复,提早结果。为了省工,每株接 30 左右接穗为宜。T1 处理嫁接接穗少,嫁接成活率低,次年接穗新梢难成花穗,且恢复树势需 2~3 a 时间,效果不好。重回缩后在新梢上嫁接的处理 3 的嫁接成活率高,但抽生新梢需几个月时间,接穗成活后形成树冠又需 2~3 a 时间,形成产量迟。因此,建议生产上选择嫁接在直径 0.5~1.5 cm 的老品种砧木上,能做到更新品种翌年结果,第二年丰产,对于促进龙眼更新品种具有重要意义。

### 参考文献:

- Biles CL, Martyn RD. 1989. Local and systemic resistance induced in watermelons by formae speciales of *Fusarium oxysporum* [J]. *Phyto Pathol* **79**:856-86
- Hamblin A, Tannant D. 1987. Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated [J]. *Aus J Agric Res* **38**(3):513-527
- Huang J, Norto JD, Boyhan GE, et al. 1994. Graft compatibility among chestnut (*Castanea*) species [J]. *J Am S Hortic Sci* **119**:1127-1132
- Li JJ (粟继军), Ou GL (欧桂兰), Lu D (陆丹). 2008. The breeding of Liangqing no. 1 of late-maturing and high-quality and new variety (龙眼晚熟优质新品种良庆 1 号的选育) [J]. *Chin Fruit* (中国果树) **(6)**:9-10
- Li P (李鹏), Zhao Z (赵忠), Li ZB (李占斌), et al. 2002. Advances on the interactional mechanism between root system and eco-environment (植被根系与生态环境相互作用机制研究进展) [J]. *J NW For Univ* (西北林学院学报) **17**(2):26-32
- Li XY (李馨园), Li J (李晶), Chen LT (陈龙涛), et al. 2011. Effects of different planting modes and topdressing at different growth stage on chlorophyll fluorescence and yield of winter wheat flag leaves in the cold area (播种方式及追肥时期对寒地冬麦旗叶叶绿素荧光参数及产量的影响) [J]. *J Crop* (作物杂志) **(3)**:16-19
- Li YB (李亚兵), Zhang LZ (张立桢). 1999. Application of DT-Scan in the research of the cotton root (DT-Scan 在棉花根系研究中的应用) [J]. *Chin Cotton* (中国棉花) **26**(5):37-38
- Liu ZH (刘振怀). 2013. The main technical points of the peach high graft (桃树高接换种技术要点) [J]. *Cult Sci* (科学种养) **(3)**:21
- Lin DH (林东辉), Lin YS (林岳生). 2006. The technical points to enhance the survival rate of the longan Autumn high graft (提高龙眼秋季高接换种成活率技术要点) [J]. *S Chin Fruit* (中国南方果树) **35**(2):34
- Lu YF (卢永锋). 2003. The research of being not suitable immediately for retraction of the Litchi and longan after the full bloom period (荔枝、龙眼盛花过后不宜立即回缩修剪) [J]. *Guangxi Hortic* (广西园艺) **46**(1):5-6
- Luo J (罗军), Zhou CF (周灿芳), Fu DW (付丹文), et al. 2012. The present situation analysis of development of the longan industry of Guangdong of 2011 (2011 年广东龙眼产业发展现状分析) [J]. *Guangdong Agric Sci* (广东农业科学) **(5)**:6-8
- Mengel K, Steffens D. 1985. Potassium uptake of rye-grass (*Lolium perenne*) and red clover (*Trifolium pratense*) as related to root parameters [J]. *Biol & Fert Soils* **1**(1):53-58
- Rohacek K. 2002. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions [J]. *Photosynth Mean & Mut Relat Photosynth* **40**(1):13-29
- Serdar U, Soyulu A. 2005. The effect of grafting time and methods on chestnut nursery tree production [J]. *Acta Hortic* **693**:187-194
- Sun ZL (孙珍良). 2012. The technical points to enhance the survival rate of high graft of the middle-aged tree of the longan (提高龙眼中青年树高接换种成活率的技术要点) [J]. *Fujian Agric* (福建农业) **(7)**:28
- Schwarz D, Roupael Y, Colla G, et al. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants [J]. *Sci Hortic* **127**
- Wang HH (王海华). 2003. Discussion of promoting the competitiveness of the south Asian tropical fruits comprehensively in Guangxi (浅谈全面提升广西南亚热带水果竞争力的对策) [J]. *Guangxi Hortic* (广西园艺) **(4)**:10-11
- Yao TJ (姚汀江), Huang YD (黄永定). 2006. The technology and benefit of the longan high grafting (龙眼高接换种技术与效益) [J]. *Fujian Agric Sci* (福建农业科技) **(6)**:30-31
- Yu KT (俞开堂). 1994. The research of reasonable pruning of longan tree (龙眼树合理修剪的探讨) [J]. *Fujian Sci & Technol Trop Crop* (福建热作科技) **19**
- Zhang HP (张培桓), Lin WZ (林文忠). 2005. The applicational research of high grafting technology of the longan (龙眼高接换种技术应用研究) [J]. *Jiangxi Hortic* (江西园艺) **(4)**:8
- Zheng JS (郑金水), Lin YS (林文忠), Zhuang WD (庄卫东), et al. 2009. The growth and the results of the performance of the root stock Fuyan which was high grafted on the Fengben of the longan (福眼砧木高接松风本龙眼的生长及结果表现) [J]. *Fujian Fruit* (福建果树) **(1)**:34-35
- Zhong GL (钟功亮), Chen CZ (陈长忠), Lei ZZ (雷振中), et al. 2006. The effect of the interface diameter and height of the longan high grafting on the survival rate and growth of trees (龙眼高接换种接口直径和高度对其成活率及树体生长结果的影响) [J]. *S Chin Fruit* (中国南方果树) **(6)**:25-26